

**PEMBUATAN ALAT PRAKTEK MESIN KIJANG 7KE EFI
(STUDI KASUS SISTEM INJEKSI BAHAN BAKAR)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Mencapai Gelar Ahli Madya
Program Diploma III Teknik Mesin



Disusun oleh :
ERWAN SETYA PUTRA
I8605031

PROGRAM DIPLOMA III TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2009

PERSETUJUAN

Proyek akhir ini disetujui untuk dipertahankan Tim Penguji Proyek Akhir
Program Studi D III Teknik Mesin Otomotif
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Santoso M.Eng.Sc
NIP. 19450824 198012 1 001

Wibawa Endra J. ST., MT.
NIP. 19700911 200003 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Proyek akhir ini telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Proyek Akhir Program Studi D-III Teknik Mesin Otomotif Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta dan diterima untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar Ahli Madya.

Pada hari :

Tanggal :

Tim Penguji Proyek Akhir

	Nama Terang	Tanda Tangan
Ketua / Penguji I :	<u>Ir. Santoso, M Eng.Sc</u> NIP : 19450824 198012 1 001	(.....)
Penguji II :	<u>Wibawa Endra Juwana, ST., MT</u> NIP : 19700911 200003 1 001	(.....)
Penguji III :	<u>Wahyu Purworaharjo, ST., MT</u> NIP : 19720229 200012 1 001	(.....)
Penguji IV :	<u>Syamsul Hadi, ST., MT</u> NIP : 19710615 199802 1 002	(.....)

Disahkan Oleh :

Program Studi D III Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Ketua Program Studi

Koordinator Proyek Akhir

Zainal Arifin, ST., MT
NIP : 19730308 200000 1 001

Jaka Sulistya Budi, ST
NIP : 19671019 199903 1 001

MOTTO

”Jangan mengulang kesalahan yang sama, dan jadikan hari ini lebih baik
dari hari kemarin”

“Kegagalan itu biasa, kesuksesan baru luar biasa”

”Dadi uwong ojo rumongso biso, ning biso’o rumongso”

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Kenalilah Allah di waktu lapang, pasti Dia akan mengenalmu di waktu sempit, ketahuilah!
Sesungguhnya apa yang di tetapkan tidak mengenaimu pasti tidak akan menimpamu, sebaliknya
apa aja yang di tetapkan meimpamu kamu pasti tidak akan dapat menghindarinya.
Sesungguhnya pertolongan itu datangnya bersama kesabaran,
kesenangan bersama kesusahan dan sesungguhnya
beserta kesulitan adalah kemudahan.
(H.R. Muttafaq'alaih)*

Teruntuk:

Kedua orang tuaku

Atas kasih sayang, cinta dan pengorbanan dalam hidupku

Adikku yang selalu hadir disaat aku butuh

Keponakan2 atas motivasimu

Temen2 kuliah yang terus membantuku

Almamaterku

ABSTRAK

PROYEK AKHIR PEMBUATAN ALAT PRAKTEK MESIN 7KE EFI DENGAN STUDI INJEKSI BAHAN BAKAR

Tugas akhir yang telah dibuat ini bertujuan untuk membuat alat praktek mesin mobil kijang 7KE EFI yang digunakan untuk praktek motor bakar. Studi kasus yang dikerjakan dalam tugas akhir ini adalah pemeriksaan sistem injeksi bahan bakar pada mesin kijang 7KE EFI.

Metode yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini adalah metode pustaka dan metode bimbingan.

Dalam proyek akhir ini telah dilakukan pembuatan alat praktek mesin EFI, dan pemeriksaan sistem injeksi bahan bakar pada mesin kijang 7KE EFI. Biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan alat ini adalah Rp 13.800.000,. untuk pembelian mesin kijang 7KE EFI.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya kepada penulis. Sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Merupakan satu kebahagiaan tersendiri bagi penulis karena penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini tepat pada waktunya.

Tugas akhir ini dengan judul “Pembuatan alat peraga praktikum mesin kijang 7K-E” ini sebagai studi dari hasil pelajaran yang telah diterima selama mengikuti kegiatan perkuliahan di Universitas Sebelas Maret Surakarta. Penulis berharap karya ini dapat bermanfaat dalam dunia ilmu dan teknologi. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- 1 Bapak Ir. Santoso M.Eng, Sc dan Bapak Wibawa Endra J. ST. MT. selaku pembimbing tugas akhir atas bimbingan dan arahan serta kesabaran dalam pembuatan laporan ini.
- 2 Bapak Zainal Arifin. ST., MT. Selaku Ketua Program D III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- 3 Bapak Budi santoso, ST., MT. selaku kepala Lab. Motor Bakar.
- 4 Mas Yanto, Mas Rachmad, Mas Solikhin atas segala bantuan dalam mengerjakan Tugas akhir
- 5 Segenap dosen Fakultas Teknik yang telah membagi ilmunya selama studi
- 6 Staff dan karyawan Fakultas Teknik yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
- 7 Bapak dan Ibu tercinta atas segala doa, biaya serta bimbingannya yang begitu tulus serta adikku yang saya sayangi dan saya banggakan yang selalu memberi support.
- 8 Team proyek akhir mesin kijang 7K-E.
- 9 Rekan D3 Teknik Mesin Otomotif '05 yang selalu memberi saran dan masukan.
- 10 Team sor talok yang selalu memberi canda tawa sehingga penulis tidak penat dalam pengerjaan tugas akhir.

Sekali lagi penulis hanya mampu mengucapkan terima kasih yang tak terhingga, semoga budi baiknya mendapat balasan dari Allah Tuhan Yang Maha Esa. Amiin.

Surakarta, Agustus 2009

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO.....	iv
PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang masalah.....	1
1.2. Perumusan masalah.....	2
1.3. Pembatasan masalah.....	2
1.4. Tujuan.....	2
1.5. Manfaat.....	3
1.6. Metodologi penyusunan proyek akhir.....	3
1.7. Sistematika penulisan.....	3

BAB II. DASAR TEORI

2.1. Sistem EFI (<i>Electronic fuel injection</i>).....	5
2.2. Keistimewaan system EFI.....	5
2.2.1. Pembentukan campuran bahan bakar udara.....	5
2.2.2. Perbandingan campuran bahan bakar udara.....	5
2.2.3. Respon yang baik dengan perubahan <i>throttle valve</i> ...	6
2.2.4. Koreksi campuran udara dan bahan bakar.....	6
2.2.5. Efisiensi pemasukan campuran udara dan bahan bakar	6

2.3.	Susunan dasar sistem EFI.....	7
2.4.	Sistem bahan bakar.....	8
2.4.1.	Pompa bahan bakar.....	8
2.4.2.	Saringan bahan bakar.....	9
2.4.3.	<i>Pressure regulator</i>	10
2.4.4.	<i>Injector</i>	11
2.4.5.	<i>Throttle body</i>	12
2.4.6.	<i>Air valve</i>	13
2.4.7.	<i>Air intake chamber</i>	14
2.5.	Sistim kontrol elektronik.....	14
2.5.1.	<i>throttle position sensor</i>	14
2.5.2.	<i>Water temperature sensor</i>	15
2.5.3.	<i>Air temperature sensor</i>	16
2.5.4.	<i>Starter signal</i>	17
2.5.5.	<i>Ignition signal</i>	18
2.5.6.	<i>Oxygen sensor</i>	18
2.5.7.	<i>ECU</i>	19
2.5.	<i>Trouble shooting</i> sensor-sensor elektronik dalam Sistem EFI	21
2.5.1.	Fungsi diagnosa.....	22
2.5.2.	Fungsi <i>fail safe</i>	23
2.5.3.	Fungsi <i>back up</i>	23

BAB III. SISTEM INJEKSI BAHAN BAKAR

3.1.	Pengertian Umum.....	24
3.2.	Sistem aliran bahan bakar.....	28
3.2.1.	Tangki bensin.....	29
3.2.2.	Pompa bensin listrik.....	30
3.2.3.	Penyimpanan tekanan.....	31
3.2.4.	<i>Saringan (filter)</i>	31
3.2.5.	Pipa pembagi.....	33
3.2.6.	Pengatur tekanan.....	33

3.2.7. Pembagi bahan bakar.....	34
3.2.8. Pengontrol tekanan bahan bakar.....	34
3.2.9. <i>Injector</i>	35
 BAB IV. HASIL PEMERIKSAAN.....	 38
4.1. <i>Fuel pump</i>	38
4.2. Tekanan bahan bakar.....	39
4.3. <i>Injector</i>	40
 BAB V. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2. Penutup.....	42
 DAFTAR PUSTAKA.....	 44
LAMPIRAN	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	2.1	Sistem EFI.....	6
Gambar	2.2	Konstruksi dasar EFI.....	7
Gambar	2.3	Sistem bahan bakar.....	8
Gambar	2.4	Pompa bahan bakar <i>In-tank type</i>	9
Gambar	2.5	Saringan bahan bakar.....	10
Gambar	2.6	<i>Pressure regulator</i>	11
Gambar	2.7	<i>Injektor</i>	12
Gambar	2.8	<i>Throttle body</i>	13
Gambar	2.9	<i>Air valve at low temperature</i>	13
Gambar	2.10	<i>Air valve at high temperature</i>	14
Gambar	2.11	<i>Air intake chamber dan intake manifold</i>	14
Gambar	2.12	<i>Throttle position sensor</i>	15
Gambar	2.13	<i>Water temperature sensor</i>	16, 30
Gambar	2.14	<i>Air temperature sensor</i>	17, 29
Gambar	2.15	<i>Starter signal</i>	18
Gambar	2.16	<i>Ignition signal</i>	18
Gambar	2.17	Penyambungan sensor <i>oxygen</i> dengan ECU.....	19
Gambar	2.18	<i>Check engine lamp dan diagnostic</i>	22
Gambar	3.1	<i>Silinder head</i>	25
Gambar	3.2	Penggunaan system karburator.....	26
Gambar	3.3	Perbandingan daya dan momen putar.....	27
Gambar	3.4	Sistem aliran bahan bakar injeksi EFI.....	28
Gambar	3.5	Sistem aliran bahan bakar injeksi K.....	28
Gambar	3.6	Tangki motor karburator.....	29
Gambar	3.7	Macam-macam tangki.....	29
Gambar	3.8	Pompa bensin listrik.....	30

Gambar 3.9	Grafik tekanan dan suhu bahan bakar.....	31
Gambar 3.10	Saringan / <i>filter</i>	31
Gambar 3.11	Saringan bahan bakar baru dan konvensional.....	32
Gambar 3.12	Pipa pembagi.....	33
Gambar 3.13	Pengatur tekanan.....	33
Gambar 3.14	Pengontrol tekanan bahan bakar.....	34
Gambar 3.15	Injektor.....	35
Gambar 3.16	Skema cara kerja injektor.....	36

DAFTAR TABEL

Tabel	2.1	Fungsi sensor dan <i>signal</i>	20
-------	-----	---------------------------------------	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG MASALAH

Penggunaan karburator sebagai sistem pengkabutan bahan bakar pada saat ini dirasa sudah ketinggalan jaman. Dewasa ini sistem penyaluran bahan bakar yang digunakan pada perusahaan mobil adalah sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*) yang menyalurkan bahan bakarnya ke mesin dengan pengaturan injeksi elektronik ke dalam saluran masuk (*intake port*) sama halnya pada karburator.

Komputer pengontrolan EFI dapat digolongkan menjadi dua jenis, tergantung pada perbedaan metode yang digunakan untuk menentukan jumlah bahan bakar yang dapat diinjeksikan. Salah satunya adalah jenis rangkaian analog (*analog circuit type*), yang mana pengontrolan waktu injeksi berdasarkan waktu yang diperlukan kapasitor untuk pengisian (*charge*) dan pengeluaran (*discharge*). Jenis lainnya adalah jenis pengontrolan dengan microcomputer (*microcomputer controlled type*), yang mana komputer ini digunakan untuk menyimpan data dalam memori menentukan masa penginjeksian (*injection timing*).

Fungsi sistem EFI yang dikontrol *microcomputer* pada kendaraan adalah mengontrol volume bahan bakar yang di injeksikan, termasuk didalamnya :

- ESA (*Electronic Spark Advance*) : untuk mengatur timing ignition
- ECU (*Electronic Control Unit*) : untuk mengatur volume dan waktu injeksi bahan bakar dengan menyesuaikan kondisi mesin, yang sebelumnya telah dideteksi oleh sensor.
- ISC (*Idle Speed Controlled*) : untuk mengontrol putaran idle
- Diagnosis
- Fail Safe

Rangkaian EFI analog dan pengontrolan dengan *microcomputer* pada dasarnya sama, tetapi ada beberapa perbedaan yang dapat dilihat pada bagian seperti tingkat pengontrolan (*control range*) .

1.2. PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah Pembuatan alat praktek mesin 7KE EFI

Kasus yang harus diselesaikan ialah :

1. Bagaimana membuat alat praktek untuk sistem injeksi bahan bakar pada mesin kijang 7KE EFI.
2. Bagaimana melakukan pemeriksaan sistem injeksi bahan bakar pada mesin kijang 7KE EFI.

1.3. PEMBATAAN MASALAH

Sebagai batasan masalah dalam penyusunan laporan ini adalah studi kasus tentang sistem injeksi bahan bakar pada mesin 7KE EFI.

Dengan demikian, diharapkan mahasiswa dapat memahami cara kerja sistem *Electronic Fuel Injection* pada mesin 7KE EFI dengan topik khusus yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah pemeriksaan pemeriksaan system injeksi bahan bakar dalam mesin 7KE EFI.

1.4. TUJUAN

Tujuan yang ingin penulis capai dalam mengerjakan Proyek Akhir mengenai Pembuatan alat praktek dan pengoperasian mesin Kijang 7KE EFI adalah :

1. Membuat alat praktek mesin 7KE EFI
2. Mengetahui cara pengoperasian mesin 7KE EFI
3. Melakukan pemeriksaan sistem injeksi bahan bakar mesin 7KE EFI

1.5. MANFAAT

Manfaat dari proyek akhir ini adalah :

1. Dapat membuat alat praktek mesin 7KE EFI serta mengetahui tahap - tahap pengerjaan dalam pembuatan alat praktek tersebut.
2. Dapat mengetahui cara pengoperasian mesin 7KE EFI.
3. Dapat mengetahui cara pemeriksaan sistem injeksi bahan bakar dalam mesin tersebut.

1.6. METODOLOGI PENYUSUNAN PROYEK AKHIR

Dalam penyusunan Laporan Pembuatan alat praktek mesin 7KE EFI, penulis menempuh metodologi penelitian dengan cara :

1. Metode Observasi

Penulis melaksanakan penelitian dan pengamatan dilapangan untuk menemukan masalah yang harus diatasi dan komponen-komponen untuk mengamati masalah tersebut.

2. Metode Pengumpulan Data

Penulis melakukan pendataan spesifikasi komponen dan pengumpulan data-data tentang sistem *Electronic Fuel Injection*.

3. Metode Literatur

Penulis melakukan pengumpulan literatur-litelatur yang berhubungan dengan pembuatan Laporan Tugas Akhir.

4. Metode Konsultasi

Penulis melakukan konsultasi pada semua pihak yang dapat membantu penyusunan Laporan Tugas Akhir.

1.7. SISTEMATIKA PENULISAN

Dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini, penulis mengelompokkan dan membagi menjadi empat bagian pokok, dengan maksud memberikan arahan yang jelas sesuai dengan tujuan dan pemanfaatan penulisan dalam bab-bab yang disusun.

Adapun bab tersebut adalah. Bab I Pendahuluan, Pada bagian ini penulis menyajikan latar belakang, perumusan masalah, serta maksud dan tujuan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Bab II Landasan teori, Dalam bab landasan teori ini penulis mengungkapkan dan menguraikan secara singkat materi mengenai sistem *Electronic Fuel Injection* pada mesin 7KE EFI. Bab III Sistem injeksi bahan bakar, Pada bagian ini penulis menuliskan dan menguraikan bagian-bagian sistem injeksi bahan bakar pada mesin 7KE EFI. Bab IV Hasil pemeriksaan dalam system injeksi bahan bakar pada mesin 7KE EFI. Bab V penutup yang berisi mengenai kesimpulan dan saran-saran sehubungan dengan tujuan yang dicapai dalam pembuatan Tugas Akhir ini. Daftar pustaka dari laporan pembuatan alat paraktek mesin 7KE EFI. Lampiran tentang hal yang mendukung laporan ini.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Sistem EFI (*Electronic Fuel Injection*)

Sistem *Electronic Fuel Injection* (EFI) menentukan jumlah bahan bakar yang optimal (tepat) disesuaikan dengan temperatur dan volume udara yang masuk, kecepatan mesin, temperatur air pendingin, posisi katup *throttle*, dan kondisi penting lainnya. Komputer *Electronic Fuel Injection* (EFI) mengatur jumlah bahan bakar untuk dikirim ke mesin pada saat penginjeksian dengan perbandingan udara dan bahan bakar yang optimal berdasarkan kepada karakteristik kerja mesin. Sistem *Electronic Fuel Injection* (EFI) menjamin perbandingan udara dan bahan bakar yang ideal dan efisiensi bahan bakar yang tinggi pada setiap saat.

2.2. Keistimewaan Sistem *Electronic Fuel Injection* (EFI)

Sistem *Electronic Fuel Injection* (EFI) dirancang untuk mengontrol penginjeksian bahan bakar yang sesuai.

2.2.1. Pembentukan campuran bahan bakar dan udara

Memungkinkan pembentukan campuran bahan bakar dan udara yang homogen pada setiap silinder. Sehingga membentuk perbandingan bahan bakar dan udara yang optimal.

2.2.2. Perbandingan campuran bahan bakar dan udara

Perbandingan bahan bakar dan udara dapat diperoleh pada semua tingkat RPM mesin.

2.2.3. Respon yang baik sesuai dengan perubahan katup *throttle*

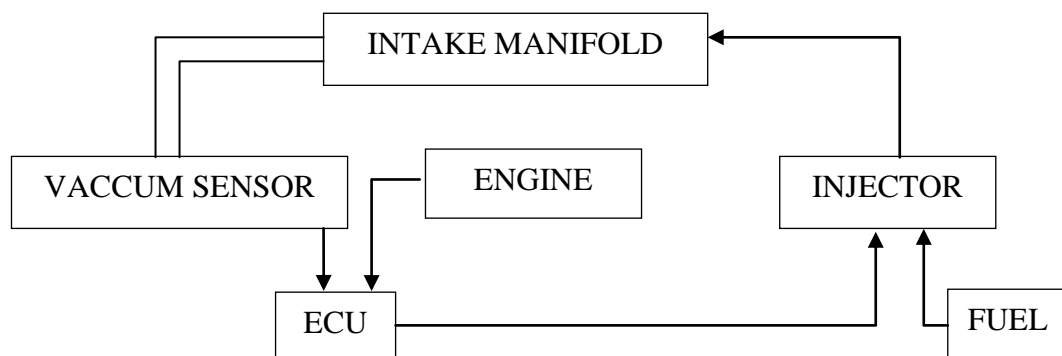
Volume bahan bakar yang diinjeksikan berubah dengan perubahan volume udara yang masuk, sesuai dengan membuka dan menutupnya katup *throttle*.

2.2.4. Koreksi campuran udara dan bahan bakar

Kemampuan untuk menghidupkan mesin pada temperatur rendah lebih baik, karena adanya *cold starter injection* yang akan menginjeksikan bahan bakar selama mesin distarter dan karena adanya udara yang dialirkan melalui *air valve* cukup sehingga mesin dapat hidup.

2.2.5. Efisiensi pemasukan campuran udara dan bahan bakar

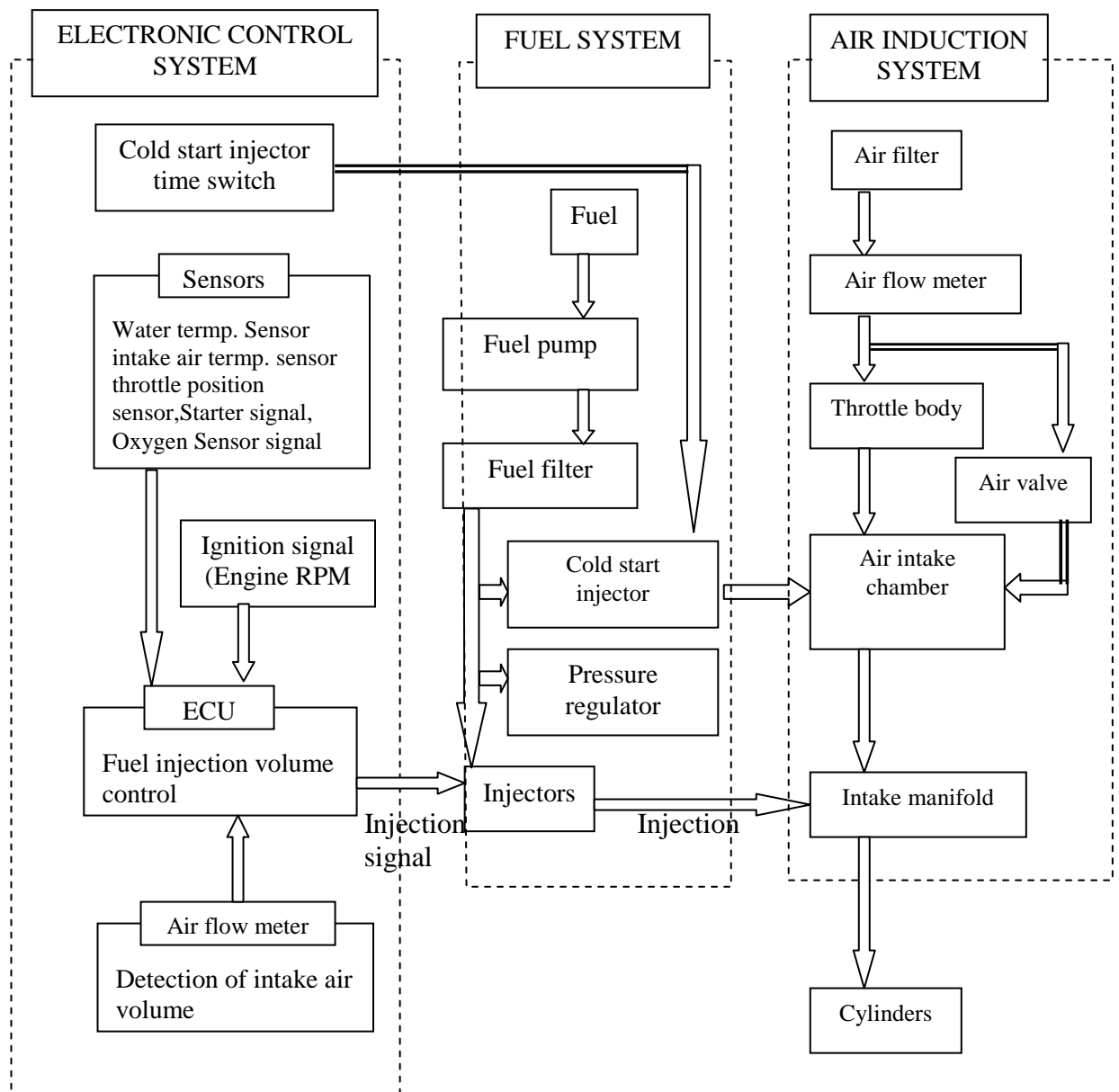
Pada EFI akan diperoleh pengabutan yang lebih baik. Juga *manifold* dapat dibuat lebih besar sehingga dapat digunakan untuk memasukkan campuran udara dan bahan bakar lebih banyak.



Gambar 2.1. Sistem *EFI*

2.3. Susunan Dasar Sistem *EFI*

Sistem *Electronic Fuel Injection (EFI)* dapat dibagi menjadi 3 sistem fungsional yaitu : sistem bahan bakar (*fuel system*), sistem induksi udara (*air induction system*) dan sistem pengontrolan elektronik (*electronic control system*).

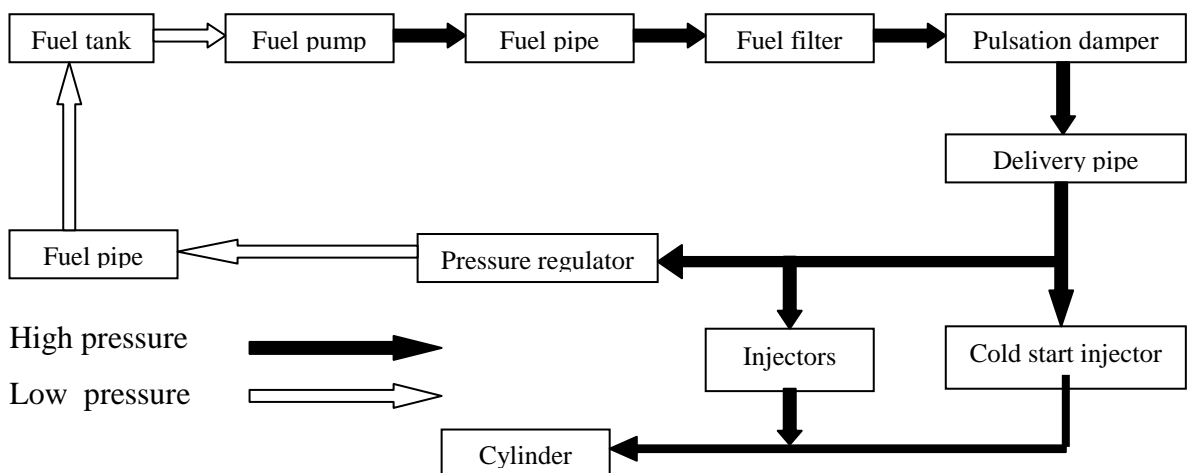


Gambar 2.2 Konstruksi dasar *EFI*

2.4. Sistem Bahan Bakar (*Fuel System*)

Bahan bakar dihisap dari tangki oleh pompa bahan bakar yang dikirim dengan tekanan ke saringan. Bahan bakar yang telah disaring mengalir ke *injector* dan *cold start injector*.

Tekanan dalam saluran bahan bakar (*fuel line*) dikontrol oleh *pressure regulator*. Kelebihan bahan bakar dialirkan kembali ke tangki melalui *return line*. Getaran pada bahan bakar yang disebabkan oleh adanya penginjeksian direndam oleh *pulsation damper*. Bahan bakar diinjeksikan oleh *injector* ke dalam *intake manifold* sesuai dengan *injection signal* dari *Electronic Computer Unit (ECU)*. *Cold Start injector* menginjeksikan bahan bakar langsung ke *air intake chamber* saat cuaca dingin sehingga mesin dapat dihidupkan dengan mudah.



Gambar 2.3. Sistem bahan bakar

2.4.1. Pompa bahan bakar

IN-TANK TYPE

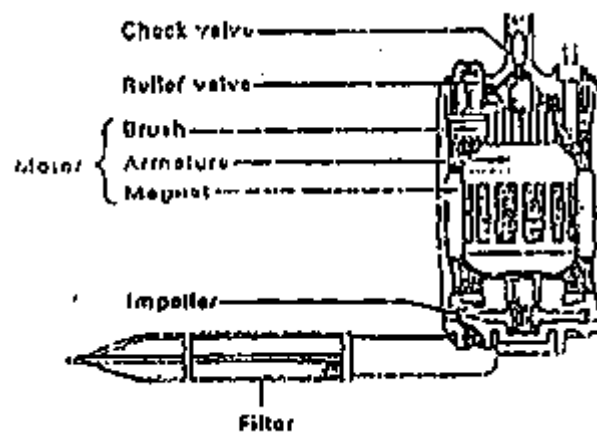
Pompa ini dipasang di dalam tangki bahan bakar, menggunakan *turbine pump* yang tipe ini terdiri dari motor dan pompa itu sendiri, dengan *check valve*, *relief valve* dan *filter* yang bersatu menjadi satu unit.

Turbine pump terdiri dari satu dua *impeller* yang diputar oleh motor, *casing* dan *pump cover*, tersusun menjadi satu unit (*pump unit*). Bila motor berputar

impeller akan ikut berputar. Bagian luar lingkaran *impeller* menghisap bahan bakar dan dialirkan keluar dari pompa melalui *valve*.

Relief valve terbuka bila tekanan bahan bakar yang dikeluarkan mencapai $3,5-6,0 \text{ kg/cm}^2$ 949,8-85,3 psi atau 345,3-588,4 kpa) dan tekanan bahan bakar yang tinggi langsung dikembalikan ke fuel tank (tanki bahan bakar). Jadi *relief valve* ini mencegah naiknya tekanan dari batas yang telah ditentukan.

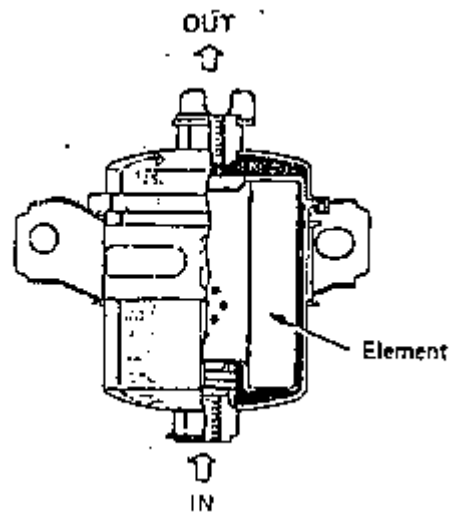
Check valve tertutup bila pompa bahan bakar berhenti. *Check valve* mempertahankan sisa tekanan di dalam sistem saluran bahan bakar terhenti, dengan demikian mempermudah menghidupkan mesin kembali. Jika tidak ada sisa tekanan bahan bakar, penguapan akan mudah terjadi pada temperatur tinggi sehingga mesin susah untuk distart kembali.



Gambar 2.4. Pompa bahan bakar IN-TANK TYPE

2.4.2. Saringan Bahan Bakar

Saringan bahan bakar yang menyaring kotoran dan partikel-partikel asing lainnya dari bahan bakar. Saringan bahan bakar dipasang pada bagian saluran tekanan tinggi dan pompa bahan bakar. Jika saringan bahan bakar tersumbat, tekanan yang dipastikan akan berkurang sehingga tidak mudah di-start.

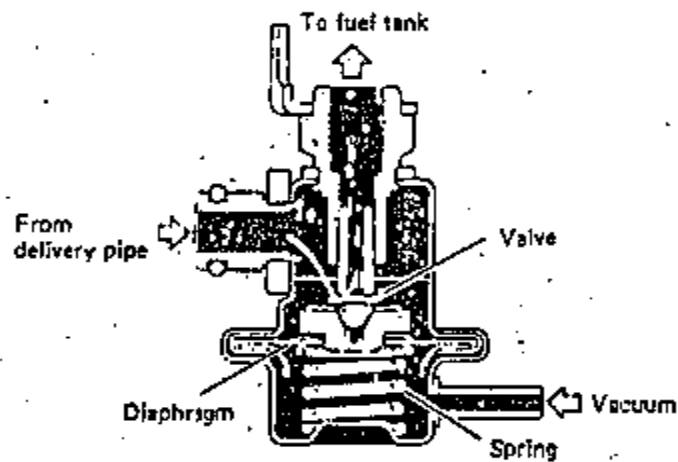


Gambar 2.5. Saringan bahan bakar

2.4.3. *Pressure Regulator* (pengatur tekanan bahan bakar)

Pressure regulator mengatur tekanan bahan bakar ke masing-masing *injector*. Jumlah injeksi bahan bakar di kontrol sesuai lamanya signal yang diberikan ke *injector*. Karena perubahan volume udara, jumlah bahan bakar yang diinjeksikan sedikit berubah sekalipun signal injeksi dan tekanan bahan bakar tetap.

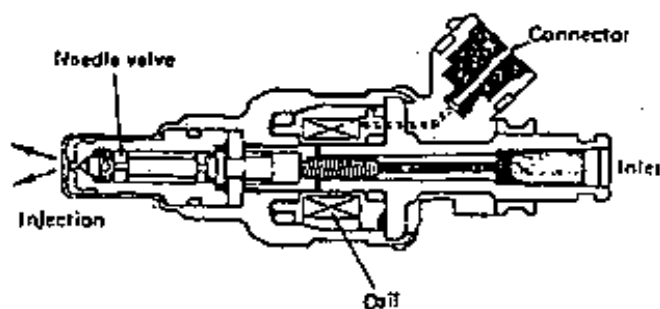
Bahan bakar yang tertekan dari pipa pengiriman (*delivery pipe*) mendorong diafragma sehingga membuka katup. Sebagian bahan bakar mengalir kembali ke tangki melalui pipa pembalik. Bila *vaccum* pada *intake manifold* naik, maka tekanan bahan bakar akan turun sebanding dengan naiknya *vaccum* pada *intake manifold*.



Gambar 2.6. *Pressure regulator*

2.4.4. *Injector*

Injector adalah nosel elektro magnet yang akan menginjeksi bahan bakar sesuai dengan signal dari *Electronic Control Unit* (ECU). Injektor-injektor dipasang melalui insulator ke *intake manifold* atau *cylinder head* dekat lubang pemasukan (*intake port*) dan dijamin oleh *delivery pipe*. Pengaturan volume bahan bakar yang diinjeksikan sesuai dengan lamanya signal dari *Electronic Control Unit* (ECU). Dikarenakan langkah *needle valve* tetap, berlangsungnya injeksi selama *needle valve* terbuka.



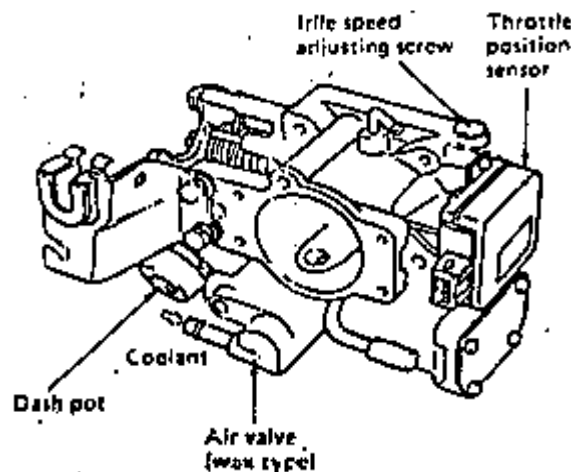
Gambar 2.7. *Injector*

2.4.5. Throttle Body

Throttle body terdiri dari *throttle valve* yang mengontrol volume udara masuk selama mesin bekerja normal, saluran *bypass* yang melewati udara saat *idling*, dan *throttle position sensor* yang mendeteksi sudut pembukaan *throttle*. Beberapa *throttle body* dilengkapi dengan *air valve* tipe *wax* atau *dash spot* yang memungkinkan *throttle valve* kembali secara bertahap bila *valve* tertutup.

Throttle body berisikan katup *throttle* untuk mengontrol udara masuk, sebuah sistem *bypass* udara yang mengatur aliran udara pada putaran *idle* dan sebuah *throttle position sensor* untuk sensor kondisi terbukanya katup *throttle*. Pada saat putaran lambat, katup *throttle* ditutup dan udara mengalir melalui *bypass* ke ruang udara masuk. Menyetel sekrup putaran lambat searah jarum jam akan mengurangi aliran udara pada *bypass* dan *rpm* akan turun, sebaliknya bila disetel berlawanan dengan arah jarum jam akan menambah jumlah aliran udara yang melalui *bypass* sehingga *rpm* baik.

Bila *bypass* sirkuit tersumbat oleh kotoran dan sebagainya, maka jumlah udara masuk akan berkurang, akibatnya *rpm* selalu di bawah putaran lambat .

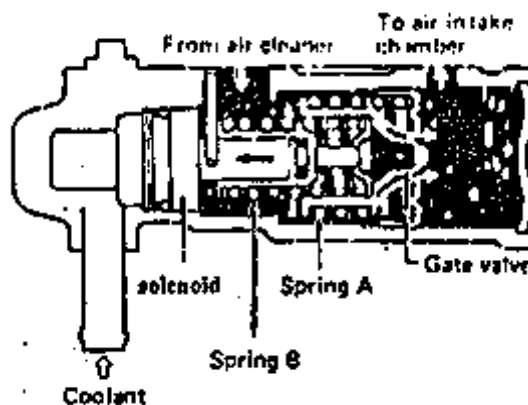


Gambar 2.8. *Throttle body*

2.4.6. Air Valve

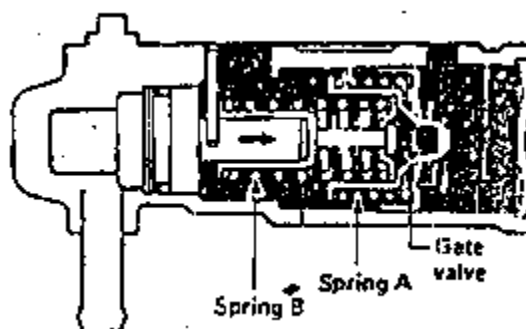
Air valve yang terpasang pada *throttle body* bertipe *solenoid*, *air valve* tipe *solenoid* terdiri dari *solenoid* dan *gate valve*. *Solenoid* berisi *plunyer* yang dikelilingi dengan *solenoid*, yang akan membuka dan menutup *gate valve* sesuai temperatur air pendingin untuk mengontrol putaran mesin.

Dengan terbukanya *gate valve* udara akan mengalir pad *air cleaner*, *air valve*, *bypass throttle valve* dan selanjutnya ke *air intake chamber*, sebagai akibatnya putaran *idle* mesin ada pada posisi putaran *fast idle*.



Gambar 2.9. *Air valve at low temperature*

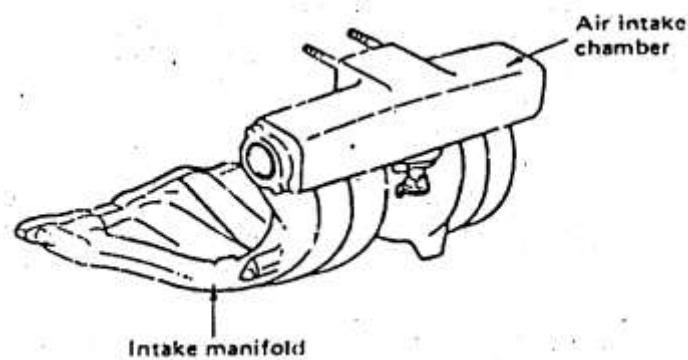
Bila temperatur air pendingin naik *solenoid* akan mendorong *gate valve* ke arah menutup sehingga volume udara yang melalui *bypass valve* akan berkurang dan akibatnya putaran mesin akan turun dari putaran *fast idle* ke posisi putaran *idle*. *Gate valve* ini tertutup rapat bila temperatur air pendingin ada diatas 80⁰ C.



Gambar 2.10. *Air Valve at high temperature*

2.4.7. Air Intake Chamber

Fungsi *air intake chamber* supaya udara yang masuk ke mesin tidak terputus-putus. Untuk itu *air intake chamber* harus mempunyai kapasitas yang besar untuk meredam getaran udara.



Gambar 2.11. Air intake chamber dan intake manifold

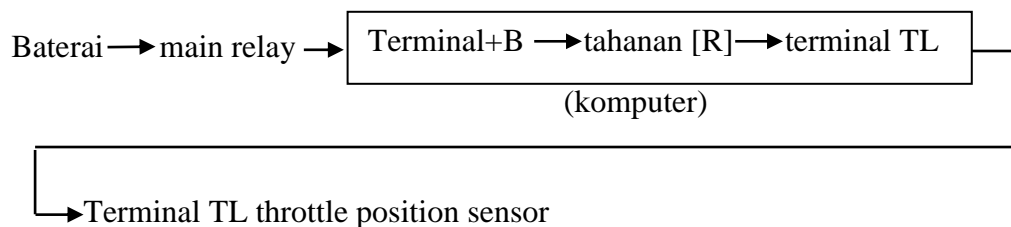
2.5. Sistim kontrol elektronik

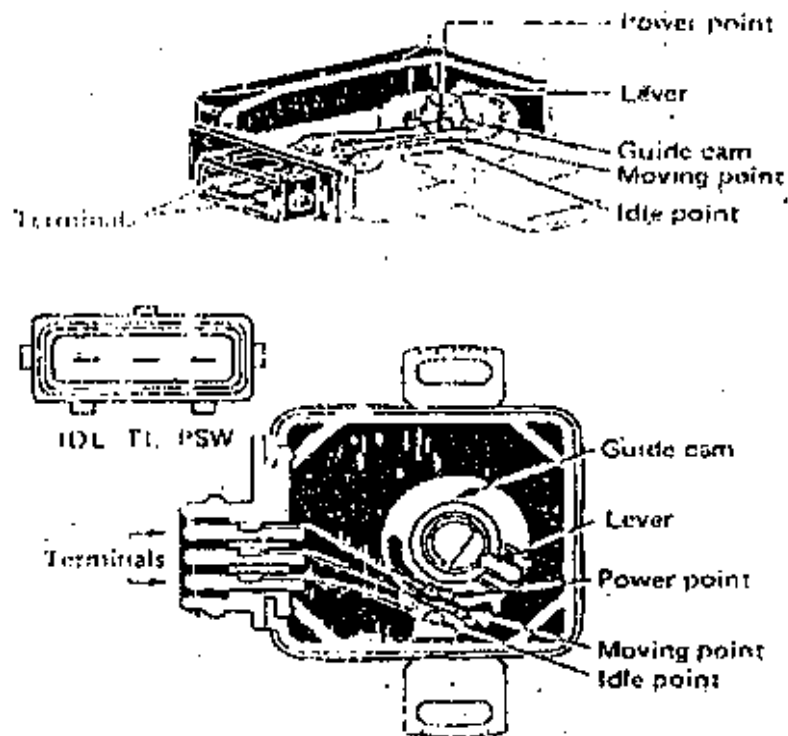
Sensor dan signal yang termasuk dalam sistem kontrol elektronik adalah :

2.5.1. Throttle position sensor

Throttle position sensor dipasang pada *throttle shaft* yang terdapat pada *throttle body*, berfungsi mendeteksi posisi *throttle valve* dan dirubah menjadi signal tegangan ke *Electronic Control Unit* (ECU) untuk menentukan posisi mesin pada putaran idling, bekerja dengan beban berat atau ringan.

Tegangan baterai yang akan mengalir ke terminal TL *throttle position sensor* adalah sebagai berikut :





Gambar 2.12 *Throttle position sensor*

Apabila *throttle valve* pada posisi tertutup, maka *moving point* dan *idle point* bersentuhan untuk mendeteksi kondisi *idle*. Sinyal ini berguna untuk *fuel cut* selama pengurangan kecepatan. *Throttle valve* terbuka kurang dari $1,5^{\circ}$ dari posisi tertutup.

Apabila *throttle valve* terbuka kira-kira 60° dari posisi tertutup, maka *moving point power* dan *power point* bersentuhan untuk mendeteksi beban penuh.

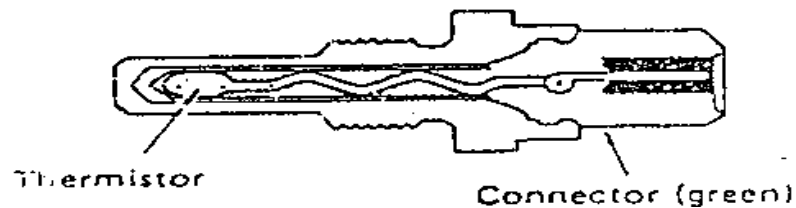
Bila pada *throttle position sensor* terdapat air dan kotoran akan menyebabkan *idle point* macet sehingga akan terjadi *fuel cut* dan mesin tersendat pada saat kendaraan berjalan.

2.5.2. *Water temperature sensor*

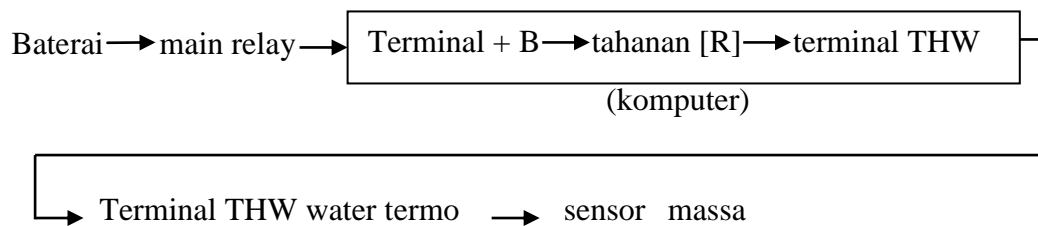
Water temperature sensor berfungsi mendeteksi temperatur pendingin dengan sebuah *thermistor* dan diubah ke dalam *signal* tegangan dan mengirim *signal* ke *Electronic Control Unit* (ECU). Sensor air pendingin ini menggunakan *thermistor* tipe *Negative Temperature Coefficient* (NTC). *Temperature Coefficient* (NTC) bersifat apabila temperatur air pendingin bertambah maka

tahanannya akan berkurang dan sebaliknya apabila temperatur berkurang maka tahanannya akan naik.

Tegangan baterai yang digunakan ke terminal THW *water thermo sensor* adalah sebagai berikut :



Gambar 2.13. *Water temperatur sensor*



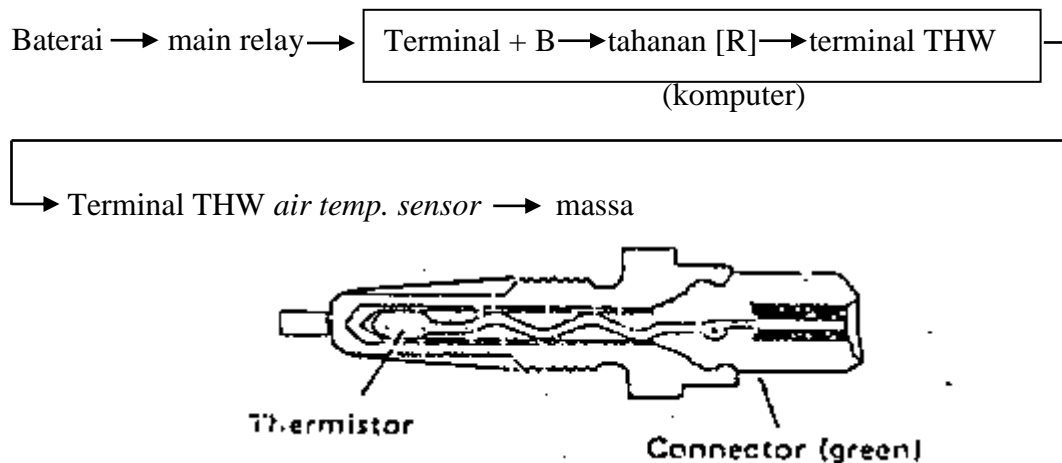
Berdasarkan pada sinyal dari sensor, komputer menambah jumlah injeksi bahan bakar untuk menambah kemampuan pengendalian selama bekerja dalam keadaan dingin.

2.5.3. *Air Temp Sensor*

Air Temp. Sensor berfungsi mendeteksi temperatur udara masuk. Sama seperti *water temp. sensor* dilengkapi dengan *thermistor* dan dipasang pada *air flow meter*. Volume dan kepadatan udara berubah yang diukur oleh *air flow meter* kemungkinan sama tetapi jumlah injeksi bahan bakar akan berubah-ubah dengan berubahnya temperatur.

Komputer menggunakan temperatur 20°C sebagai standart. Jumlah injeksi berkurang bila temperatur diatas 20°C dan bertambah nilai temperatur di bawah 20°C. Dalam hal perbandingan udara dan bahan bakar dijamin ketetapannya walaupun bagaimanapun keadaan temperaturnya.

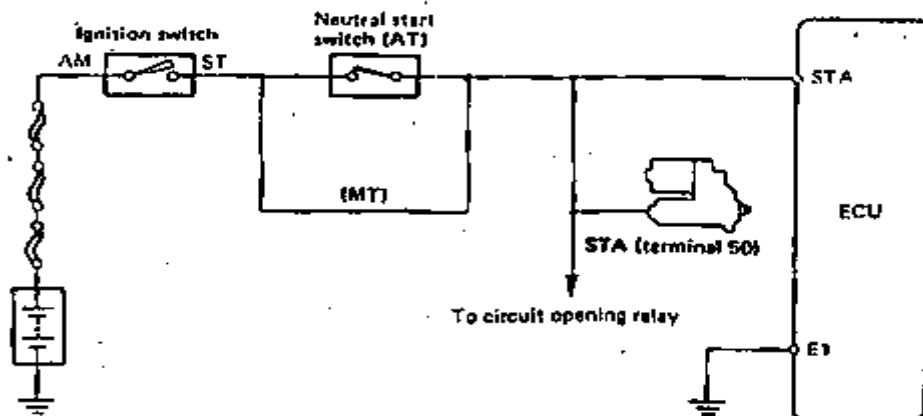
Tegangan baterai mengalir ke terminal THA *air Temp. sensor* melewati sirkuit berikut :

Gambar 2.14. *AirTemp. Sensor*

2.5.4. Starter Signal (STA)

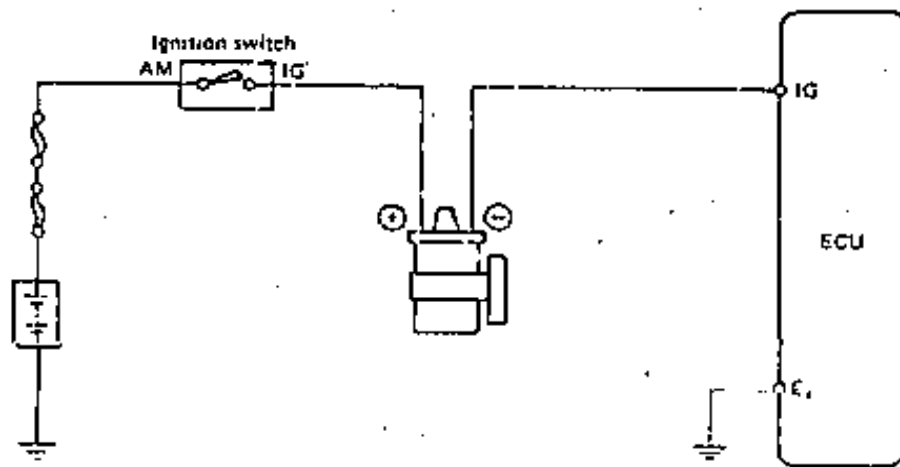
Signal STA ini digunakan jika poros engkol mesin diputar oleh motor starter. Selama mesin distart aliran udara lambat dan suhu udara rendah, sehingga penguapan bahan bakar tidak baik (campuran akan kurus). Untuk meningkatkan kemampuan *start* mesin (agar mesin mudah hidup) diperlukan campuran mesin yang kaya. *Signal* STA akan digunakan untuk menambah volume injeksi selama mesin distart.

Sinyal ini memberi informasi ke komputer untuk men-start mesin dan berguna untuk memekatkan campuran selama mesin di-start.

Gambar 2.15. *Starter signal*

2.5.5. Ignition Signal

Dengan menggunakan *signal primary ignition* untuk menentukan saat penginjeksian sesuai kecepatan mesin. Perubahan tegangan primer pada ignition coil dideteksi dan dikirim ke *Electronic Control Unit* (ECU) sebagai suatu *signal*.



Gambar 2.16. Ignation Signal

2.5.6. Oxygen sensor

Terpasang pada *exhaust manifold* dan mendeteksi jumlah sisa oksigen dalam gas buang, diubah menjadi tegangan variabel dan mengirim sinyal ke *Electronic Control Unit* (ECU). Ini akan membantu *Electronic Control Unit* (ECU) menentukan campuran udara dan bahan bakar (*air fuel ratio*) yang disuplai ke mesin.

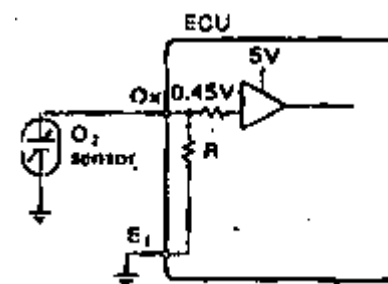
Pada mesin yang dilengkapi dengan TWC (*three way catalytic converter*) agar tercapai kemampuan pembersihan gas buang yang keluar, perlu mempertahankan *air fuel ratio* (AFR).

Sensor oksigen mensensor apakah AFR kaya atau kurus terhadap AFR teoritis. Sensor oksigen ini ditempatkan di dalam *exhaust manifold* yang terdiri dari elemen yang terbuat dari zirconium dioxide (ZrO_2). Elemen ini dilapisi oleh lapisan tipis platina pada bagian dalam dan luarnya. Udara disekitar yang dimasukkan ke bagian dalam sensor dan luar sensor terkena gas buang.

Jika konsentrasi pada bagian dalam permukaan elemen ZrO_2 perbedaannya lebih besar dari temperatur permukaan bagian luar saat temperatur tinggi (400°C), elemen ZrO_2 membentuk tegangan. Bila campuran udara dan bahan bakar kurus, terdapat banyak oksigen dalam gas buang, jika ada sedikit perbedaan antara konsentrasi oksigen pada bagian dalam dan luar sensor oksigen. Sehingga bila campuran udara dan bahan bakar kaya, oksigen di dalam gas buang hampir hilang.

Platina bertindak sebagai *catalyst*, menyebabkan oksigen dalam gas buang bereaksi dengan CO, sehingga mengurangi volume oksigen dan meningkatkan sensitifitas sensor. ECU menggunakan signal Ox untuk menambah atau mengurangi volume injeksi agar dapat mempertahankan AFR mendekati nilai AFR *stoichiometric*.

Diagram di bawah ini memperlihatkan penyambungan sensor oxygen dengan ECU.



Gambar 2.17 Penyambungan sensor oksigen dengan ECU

2.5.7. ECU EFI

ECU mempunyai dua fungsi utama yaitu : mengatur waktu injeksi (*injection time control*) dan mengatur volume injeksi (*injection volume control*).

Pengaturan waktu injeksi ditetapkan bila setiap injector akan menginjeksikan bahan bakar ke dalam silinder. Penetapan ini berdasarkan signal *primary ignatiaon* (LG). *Injection volume control* menetapkan beberapa banyak bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam silinder. Penetapan ini berdasarkan pada *basic injection* dan *injection volume correction*. *Basic injection* bekerja berdasarkan signal yang ditentukan oleh signal rpm mesin dan signal udara masuk. *Injection volume correction* signal juga terdapat sirkuit penguat yang mengoperasikan injector.

Sensor / Signal	Uraian
<i>Vacuum Sensor</i>	<i>Vacuum Sensor</i> dipasang pada <i>Intake Air Camber</i> , berguna untuk mendeteksi kevakuman didalam <i>Intake Air Camber</i> , dan diubah menjadi signal untuk dikirim ke <i>Electronic Controk Unit (ECU)</i>
<i>Ignition Signal</i>	Perubahan pada tegangan primary pada <i>ignition coil</i> dideteksi dan dikirim ke <i>Electronic Control Unit (ECU)</i> menentukan saat penginjeksian sesuai kecepatan mesin.
<i>Water Temperature Sensor</i>	Mendeteksi temperatur pendingin dengan sebuah <i>thermistor</i> dan diubah ke dalam signal tegangan dan mengirim signal ke <i>Electronic Control Unit (ECU)</i> .
<i>Air Temperature Sensor</i>	Dipasang pada <i>airflow meter</i> (L-EFI) atau di dalam rumah saringan udara (D-EFI), yang mendeteksi temperatur udara yang masuk dengan <i>thermistor</i> dan diubah ke dalam signal tegangan dan selanjutnya dikirim <i>signal</i> ke <i>Electronic Control Unit (ECU)</i>
<i>Knock Sensor</i>	Dipasang pada dinding silinder mesin gunanya untuk mendeteksi denotasi yang terjadi di mesin, lalu mengubahnya menjadi sinyal masukan ke ECU.
<i>Starter Signal</i>	Bekerjanya starter dideteksi oleh tegangan terminal ST dari <i>ignition switch</i> dan mengirimkan signal ke <i>Electronic Control Unit (ECU)</i> menandakan bahwa mesin sedang di start (<i>cranking</i>)

<i>Throttle Position Sensor</i>	Dipasang pada <i>throttle shaft</i> yang terdapat pada <i>throttle body</i> yang fungsinya mengontrol jumlah udara yang masuk dan mendeteksi posisi <i>throttle valve</i> dan dirubah menjadi signal tegangan ke <i>Electronic Control Unit</i> (ECU), untuk menentukan posisi mesin pada putaran <i>idling</i> , bekerja dengan beban berat atau dengan beban ringan.
<i>Oxygen Sensor</i>	Terpasang pada <i>exhaust manifold</i> , dan mendeteksi jumlah sisa oksigen dalam gas buang diubah menjadi tegangan variabel dan mengirim signal ke <i>Electronic Control Unit</i> (ECU). Ini akan membantu komputer menentukan campuran udara dan bahan bakar (perbandingan udara dan bahan bakar) yang di <i>suplay</i> ke mesin.

Tabel 2.1 Fungsi sensor dan signal

2.6. Trouble Shooting Sensor – Sensor Elektronik dalam Sistem EFI

Kendaraan dengan menggunakan sistem *Electric Fuel Injection* (EFI) dilengkapi dengan beberapa sensor untuk membantu kesempurnaan kerja dari sistem *Electric Fuel Injection* (EFI) tersebut. Sensor – sensor ini memberikan signal ke *Electronic Control Unit* (ECU) untuk mengatur kerja mesin sesuai dengan kondisi pengendara. Apabila sensor – sensor ini ada yang tidak bekerja atau tidak normal maka signal yang dikirim *Electronic Control Unit* (ECU) tidak ada atau kurang tepat, sehingga *Electronic Control Unit* (ECU) dalam mengatur kerja mesin tidak sempurna bahkan mesin bisa mati.

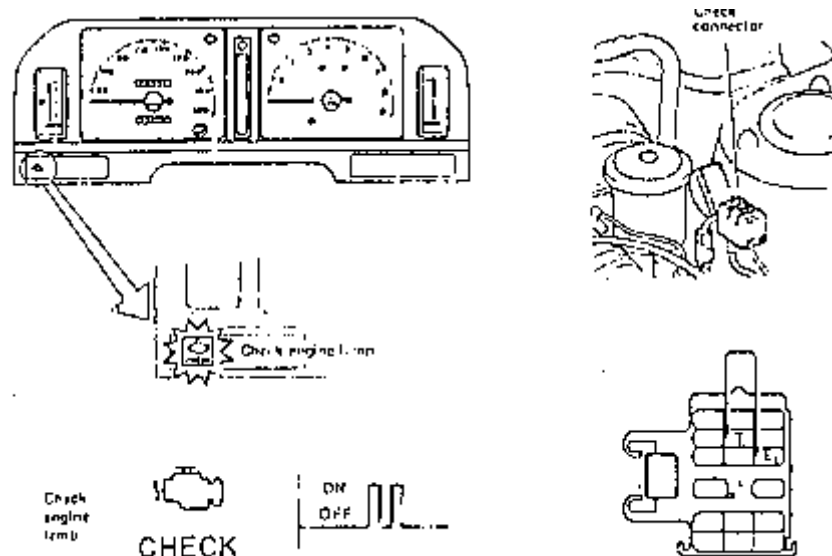
Sistem *Electronic Fuel Injection* (EFI) yang baru didalam *Electronic Control Unit* (ECU) ini tidak hanya mengontrol penginjeksian bahan bakar. Selain untuk mengontrol mesin, di dalam *Electronic Control Unit* (ECU) dipasang *micro computer* yang bekerja sebagai fungsi diagnosa, fungsi *fail safe* dan fungsi *back up*.

2.6.1. Fungsi Diagnosa

Di dalam *Electronic Control Unit* (ECU) terdapat diagnosa. Sistem diagnosa ini mempunyai *normal mode* dan *test mode*. Pada *normal mode*, *Electronic Control Unit* (ECU) yang selalu memonitor sensor-sensor menyalakan lampu “CHECK ENGINE” bila mengindera tidak berfungsi sensor atau sirkuitnya. Pada saat yang sama, *Electronic Control Unit* (ECU) mencatat sistem yang tidak berfungsi ke dalam memori.

Lampu “CHECK ENGINE” tidak menyala bila terdapat kelainan tertentu di indera, karena kelainan tersebut tidak menyebabkan gangguan utama mesin, misalnya mesin akan mati. Setelah kerusakan diperbaiki, lampu “CHECK ENGINE” akan mati tetapi memori *Electronic Control Unit* (ECU) menyimpan catatan sistem yang rusak.

Pada beberapa mesin isi memori diagnosa dapat diperiksa dengan menghubungkan terminal TE1 dengan E1 yang ada pada *diagnostic box* dan menghitung jumlah kedipan lampu “CHECK ENGINE”.



Gambar 2.18 Check engine lamp dan diagnostic

Fungsi *test mode* ditambahkan ke fungsi diagnosa untuk mendeteksi problem *intermitten* (kadang-kadang muncul), misalnya singgungan kurang baik

yang sukar dideteksi pada *normalmode*. Untuk *test mode* dengan menghubungkan TE1, E1, dan TE2 kemudian jumlah kedipan lampu “CHECK ENGINE” dicocokkan tabel pada buku pedoman reparasi untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada sirkuit sensor.

2.6.2. Fungsi *fail safe*

Bila signal – signal yang masuk ke engine *Electronic Control Unit* (ECU) keadaannya abnormal, maka untuk mengontrol mesin, engine *Electronic Control Unit* (ECU) akan menghubungkan nilai – nilai standar yang telah ada dalam memori. Ini akan memungkinkan agar mesin terkontrol dan tidak mati atau mematikan untuk mencegah bahaya.

2.6.3. Fungsi *back up*

Bila engine *Electronic Control Unit* (ECU) rusak sebagian, fungsi *back-up* dapat meneruskan mengontrol penginjeksian bahan bakar dan saat pengapian. Hal ini memungkinkan kendaraan terus bekerja, karena fungsi dasar masih bekerja, tetapi kemampuan yang normal tidak terpelihara.

Electronic Control Unit (ECU) akan memindahkan ke mode *back-up* bila salah satu kondisi berikut terjadi :

- *Microprocessor* berhenti mengeluarkan signal saat pengapian.
- Sirkuit signal tekanan *manifold* terputus atau terhubung singkat.

Bila salah satu kondisi ini baik, nilai standar akan menggantikan untuk lamanya injeksi dan saat pengapian, agar mesin masih bekerja. *Integrated* (IC) *back-up* menetapkan nilai standar sesuai dengan kondisi signal STA titik kontak *idle*. Pada saat yang sama menyalakan lampu “CHECK ENGINE “ sebagai informasi.

BAB III

SISTEM INJEKSI BAHAN BAKAR

3.1. UMUM

Bahan bakar mengalir dari tangki dengan adanya pompa bahan bakar disalurkan dengan tekanan rendah, ke *injector-injector* dan *cold start injector* melalui saringan bahan bakar.

Pressure regulator mengatur atau mengontrol tekanan aliran bahan bakar (bagian tekanan tinggi). Kelebihan bahan bakar kembali ke tangki melalui pipa pembalik. *Pulsation damper* berfungsi menyerap atau meredam tekanan bahan bakar yang sedikit berfluktuasi karena pengaruh injeksi. *Injector-injector* menginjeksikan bahan bakar ke dalam *intake manifold* sesuai dengan kalkulasi *signal* injeksi komputer. *Cold start injector* dilengkapi untuk memperbaiki *starting* dengan jalan menginjeksikan bahan bakar ke dalam *air intake chamber* hanya bila temperatur air pendingin masih rendah. Tujuan dari *cold start injector* adalah untuk meningkatkan kemampuan menghidupkan mesin pada waktu mesin masih dalam keadaan dingin.

Prinsip dasar sistem injeksi yang dipakai pada mobil saat ini ditemukan sekitar tahun 1960. Pada tahun 1967 industri mobil VW mulai memakai sistem injeksi D (*D-Jetronik*), sistem ini pertama kali memakai Unit Pengontrol Elektronika. Dari tahun 1973 sampai saat ini sistem injeksi K (*K-Jetronik*) dan *L-Jetronik* serta *mono-Jetronik* sudah dipakai pada mobil. Sistem-sistem injeksi ini merupakan pilihan lain dari sistem karburator, terutama pada negara-negara yang mempunyai aturan yang ketat terhadap kondisi gas buang.

Macam-macam sistem injeksi bahan bakar bensin:

1.. Mekanis (Injeksi K)

Injector membuka terus menerus pada tekanan tertentu.

2. Mekanis Elektronis (Injeksi EF)

Injeksi K yang memakai unit pengontrol elektronika.

3. Elektronis / Injeksi EFI (L-Jetronik)

Injector membuka secara elektromagnetis yang diatur oleh unit pengontrol elektronika.

Keterangan:

K : Berasal dari kata “Kontinuierlich” artinya terus menerus.

L : Berasal dari kata :”Luft” artinya udara.

Volume udara yang dihisap motor diukur dan diinformasikan ke unit pengontrol elektronika.

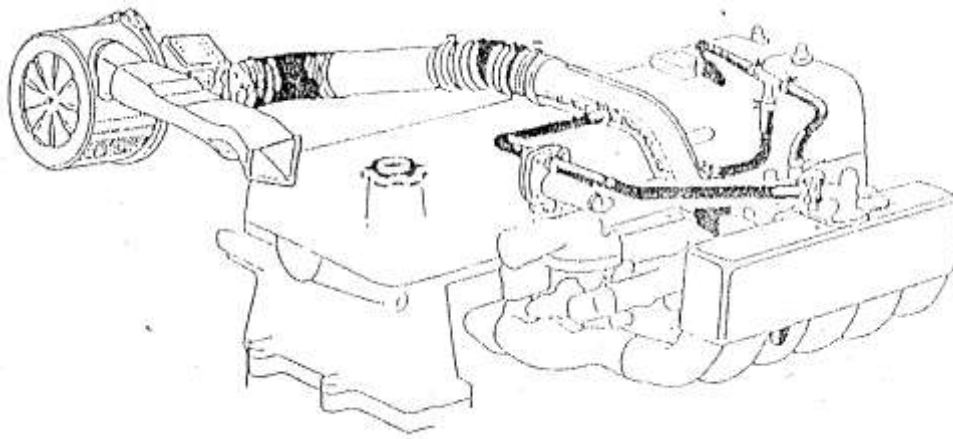
EFI : Electronic Fuel Injection.

Injeksi bensin elektronis dibedakan menjadi 2 macam:

1. Memakai satu *injector* untuk semua silinder motor (*Mono Jetronik*)
2. Memakai satu *injector* untuk satu silinder motor.

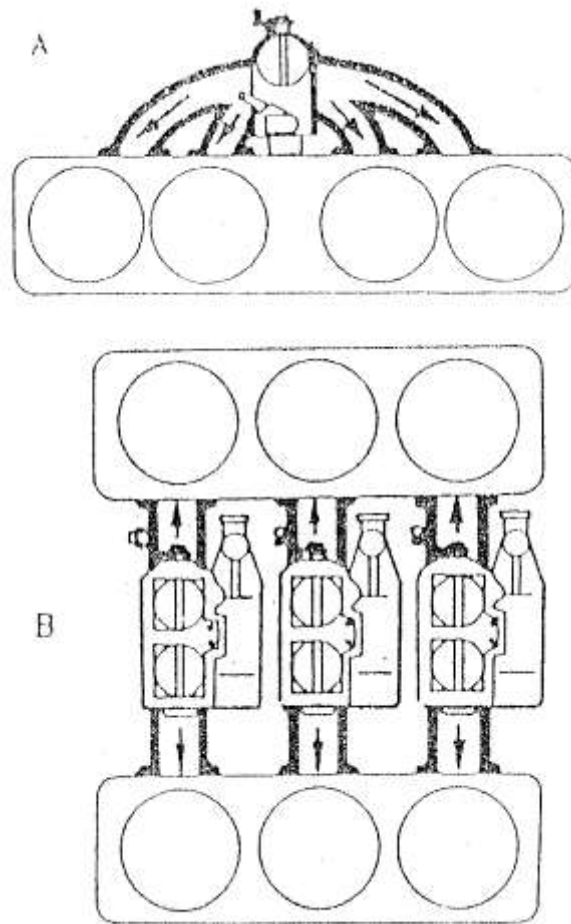
Perbandingan sistem injeksi bensin dengan karburator

1. Efisiensi isi silinder



Gambar 3.1 Silinder *Head*

Motor dengan sistem injeksi memakai banyak *injector* akan memungkinkan pembuatan saluran masuk dengan diameter lebih besar dan panjang serta sama setiap silindernya. Hal ini menguntungkan, karena udara yang dihisap untuk semua silinder lebih baik dan merata.



Gambar 3.2 Penggunaan sistem karburator

Gambar A

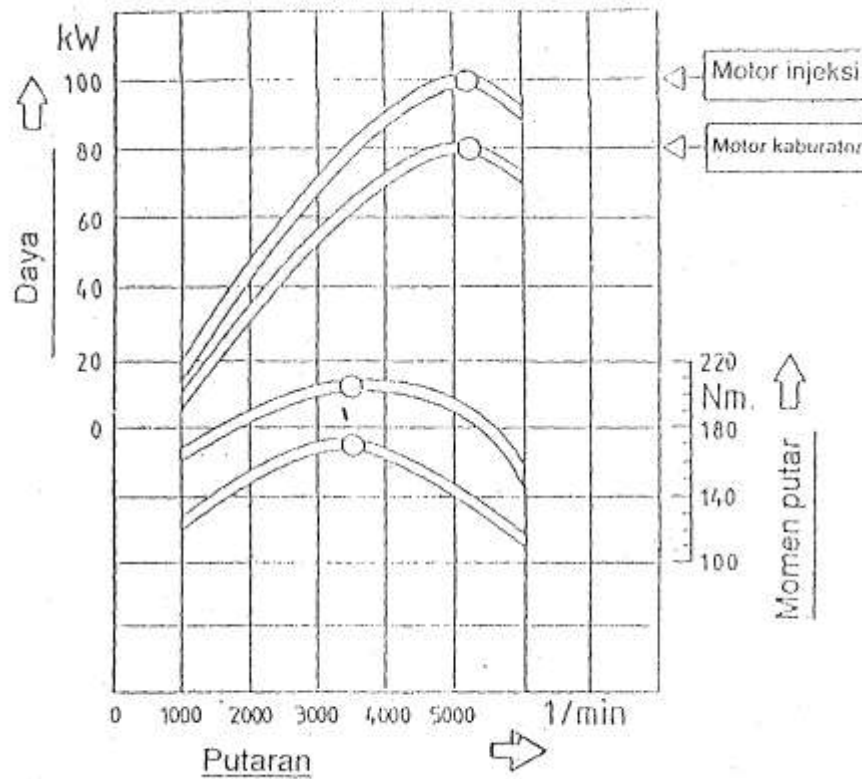
Memperlihatkan motor 4 silinder 1 karburator, panjang saluran masuk tidak sama, akibatnya pengisian tiap silinder agak kurang merata.

Gambar B

Memperlihatkan motor 6 silinder dengan 3 karburator ganda, menghasilkan diameter dan panjang saluran masuk menjadi sama, akan tetapi penyetelan putaran idle pada masing-masing karburator, dan mekanisme penggerak katub gas lebih rumit.

2. Daya Maksimum dan Momen Putar

Daya maksimum sistem injeksi bensin sedikit lebih besar, ini disebabkan karena konstruksi saluran masuk, saluran gas buang, tekanan kompresi dan lain-lain, dibuat berbeda dengan motor karburator.



Gambar 3.3 Perbandingan daya dan momen putar motor injeksi dan motor karburasi

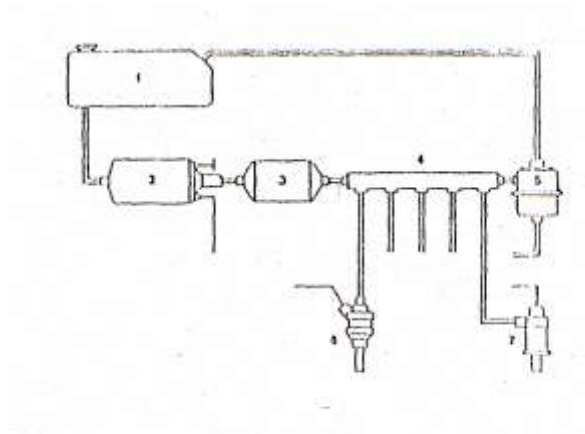
Itu juga berarti pada sistem injeksi bensin momen putar dapat sedikit diperbesar. Karena campuran bensin / udara lebih baik pada putaran rendah bahan bakar lebih hemat.

Bila konstruksi-konstruksi pada motor karburator juga diperbaiki maka daya maksimum dan momen putar yang dihasilkan kemungkinan bisa sebanding dengan motor injeksi bensin.

3.2. SISTEM PENGALIRAN BAHAN BAKAR

Secara prinsip pengaliran bahan bakar pada semua sistem injeksi bensin adalah sama, dan bagian dari komponen tertentu dapat dipakai pada sistem injeksi yang berbeda.

Sistem pengaliran bahan bakar injeksi EFI

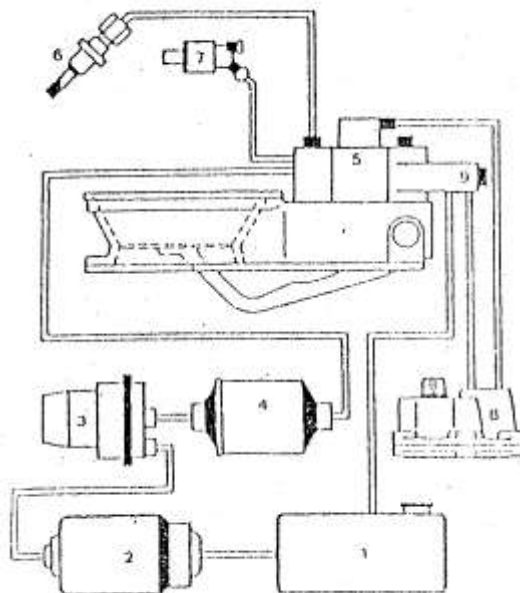


Keterangan :

1. Tangki bensin
2. Pompa bensin listrik
3. Filter
4. Pipa pembagi
5. Pengatur tekanan
6. Injector
7. Injetor start dingin

Gambar 3.4 Sistem pengaliran bahan bakar injeksi EFI

Sistem pengaliran bahan bakar injeksi K



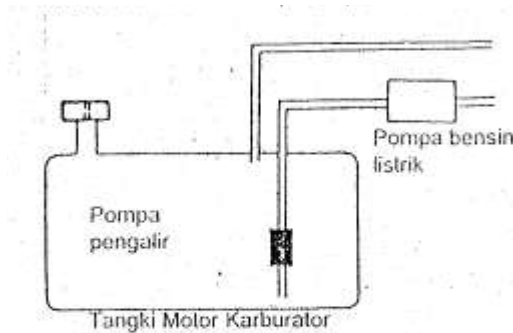
Keterangan:

1. Tangki bensin
2. Pompa bensin listrik
3. Penyimpanan tekanan
4. Saringan / filter
5. Pembagian bahan bakar
6. Injektor
7. Injektor start dingin
8. Regulator panas mesin
9. Pengontrol tekanan bahan bakar

Gambar 3.5 Sistem pengaliran bahan bakar injeksi K

3.2.1. Tangki Bensin

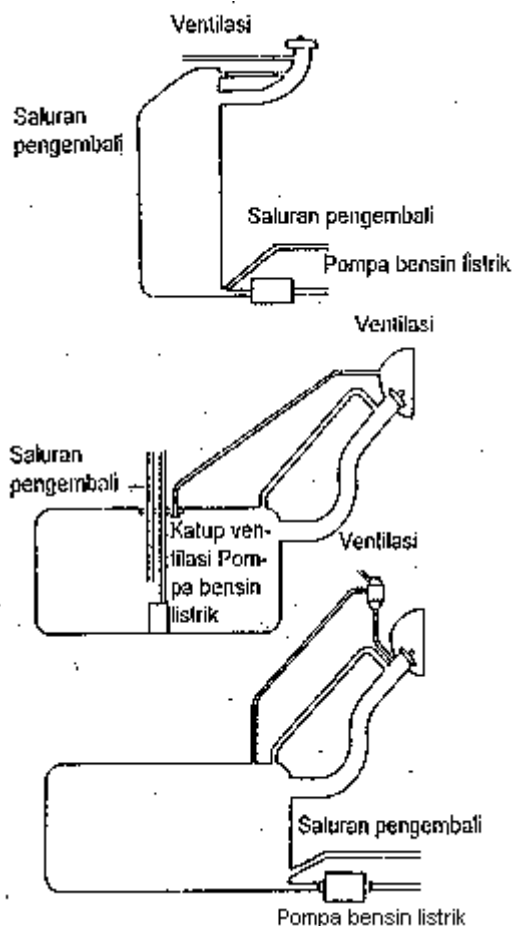
Konstruksi tangki sedikit agak berbeda dengan mesin karburator, tetapi tangki mesin karburator masih dapat dipakai untuk sistem injeksi.



Gambar 3.6 Tangki motor karburator

Pompa pengalir dipasang pada tangki bersama sender pengukur bahan bakar. Pompa pengalir berfungsi untuk menekan bensin ke pompa bensin listrik, karena pompa bensin listrik tidak mempunyai daya hisap.

Macam-macam bentuk tangki khusus untuk mesin sistem injeksi :



Penempatan tangki pada posisi berdiri. Pompa bensin listrik pada posisi berdiri dengan demikian tinggi permukaan bensin akan cukup mengisi penuh ruang pompa.

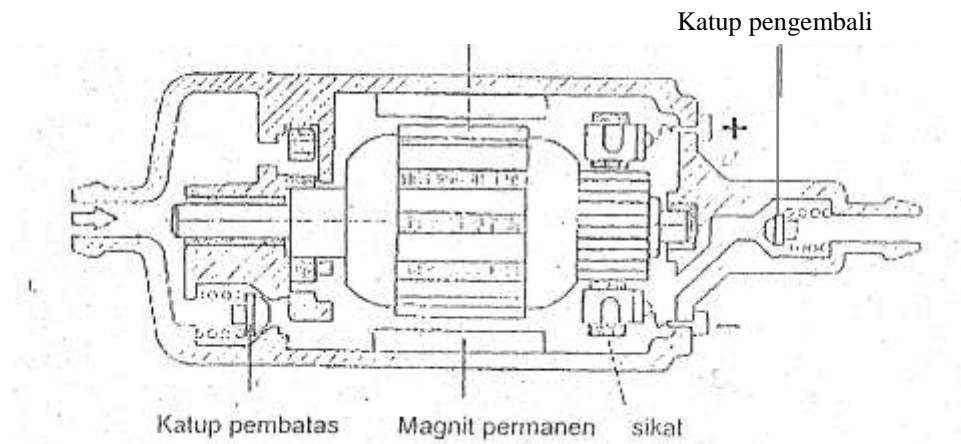
Pompa bensin listrik ditempatkan dalam tangki. Supaya dalam tangki ada tekanan maka dipasang sebuah katup ventilasi yang membuka kalau bensin pada tangki sudah mencapai tekanan tertentu.

Katup ventilasi dan pompa bensin listrik diluar tangki.

Gambar 3.7 Macam-macam bentuk tangki untuk mesin sistem injeksi

3.2.2 Pompa bensin listrik

Mengalirkan bahan bakar dengan tekanan tinggi sehingga bisa diinjeksikan ke saluran masuk.



Gambar 3.8 Pompa bensin listrik

Rangkaian listrik pompa harus direncanakan agar pada waktu kunci kontak ON, pompa bekerja beberapa detik, selama start dan mesin hidup pompa bekerja terus sesuai dengan aturan : seandainya mobil terjadi kecelakaan, bensin tidak boleh tertumpah, maka meskipun kunci kontak posisi ON pompa harus tidak bekerja bila mesin mati.

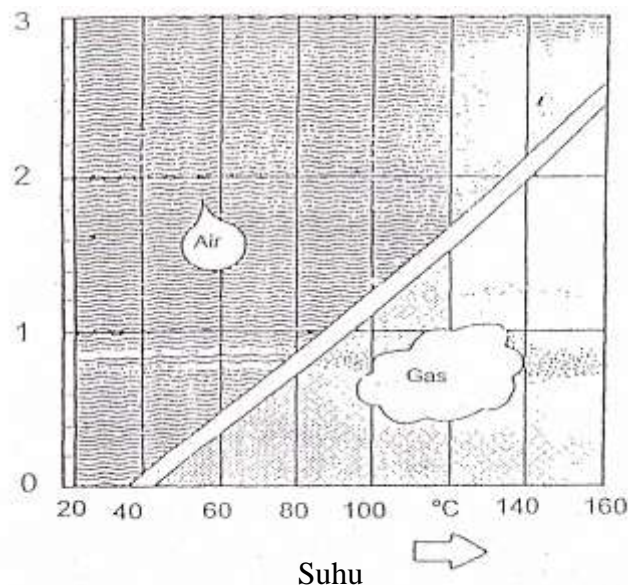
Besar arus listrik yang mengalir pada pompa saat beban penuh 8-10 A tegangan 12 volt oleh karena itu pada mesin-mesin injeksi bensin alternator harus lebih besar. Katup pembatas (*relief valve*) akan terbuka bila tekanan bahan bakar pada sistem sudah melebihi 8 bar.

Katup pengembali (*check valve*) berfungsi mengontrol bahan bakar agar tetap penuh pada ruang pompa. Karena bensin berfungsi sebagai pelumas dan pendingin pompa oleh sebab itu bensin dengan sistem injeksi tidak baik kalau tangki kosong.

3.2.3. Penyimpanan tekanan (injeksi K)

Berfungsi untuk menyimpan / mempertahankan tekanan bahan bakar yang dipompakan oleh pompa bensin listrik pada waktu motor mati.

Tekanan (bar)



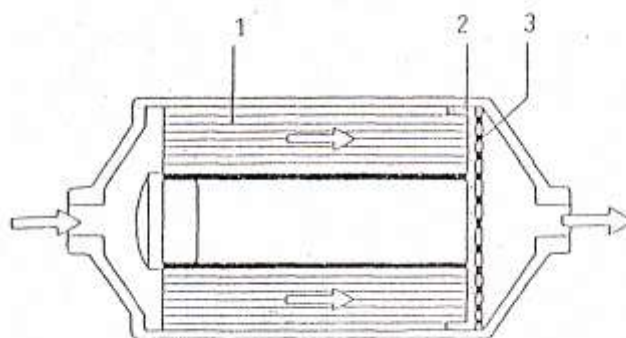
Tekanan bahan bakar perlu disimpan pada penyimpanan tekanan supaya bahan bakar masih tetap berbentuk cair pada waktu motor panas.

Grafik ini menunjukkan bahwa bensin dengan tekanan 3 bar masih berbentuk cair pada suhu 160 derajat C.

Gambar 3.9 Grafik tekanan dan suhu bahan bakar dalam penyimpan tekanan

3.2.4. Saringan / filter

Berfungsi untuk menyaring kotoran yang ada pada bensin.



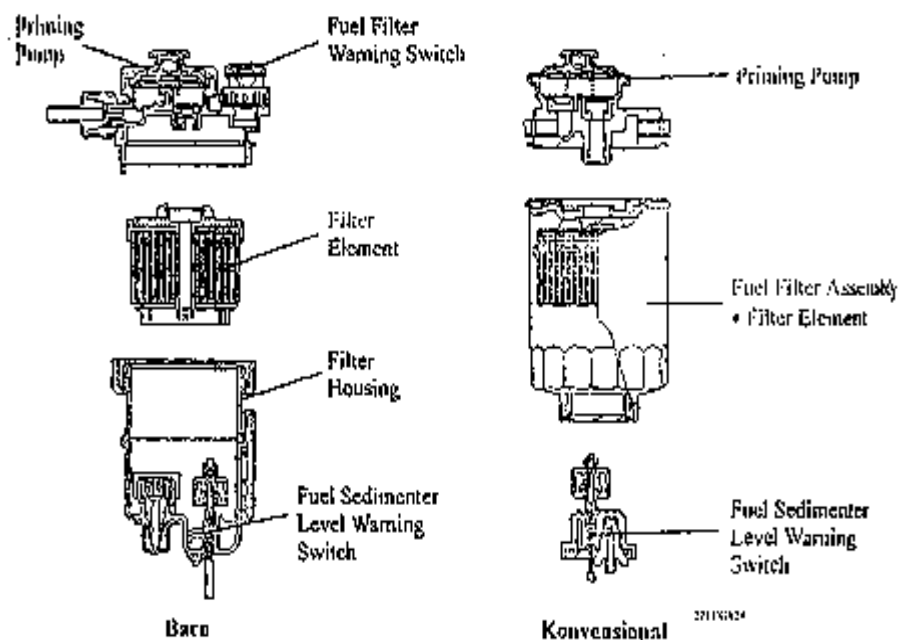
Keterangan:

1. Kertas elemen saringan
- 2,3. Penyaring kasar

Gambar 3. 10 Saringan / filter

Bila arah pemasangan saringan terbalik, secara fungsi pengaliran bahan bakar tidaklah mengganggu tapi fungsi saringan menjadi salah, karena kotoran-kotoran yang disebabkan elemen saringan akan ikut kedalam aliran system bahan bakar.

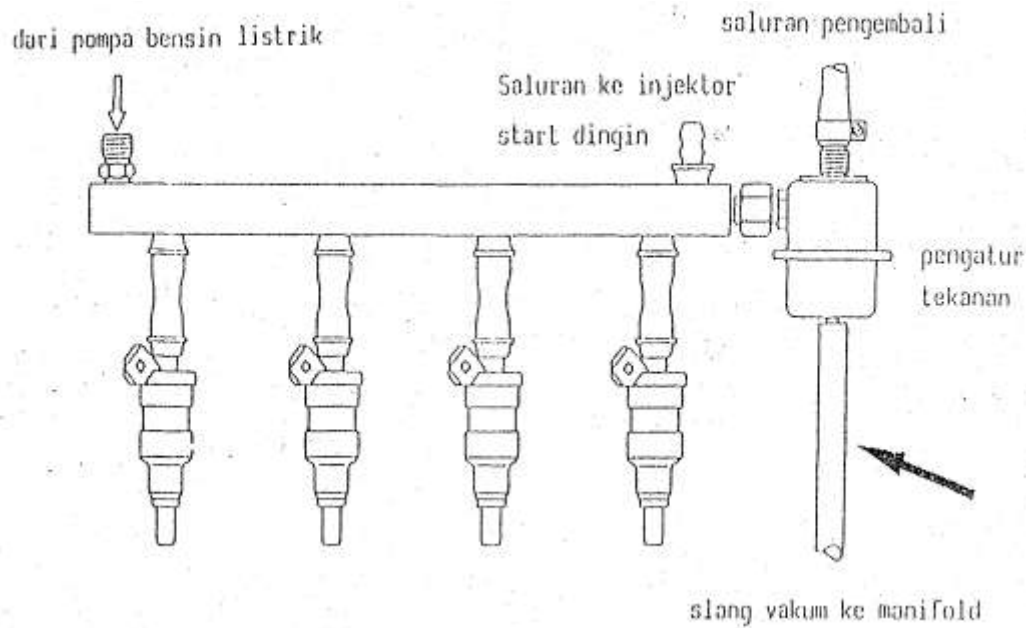
Saringan bahan bakar konvensional memiliki elemen saringan yang bersatu dengan rumah saringan. Saringan bahan bakar ini, antara elemen saringan dan rumahnya dapat dipisahkan. Elemen saringan kertas yang memiliki efisiensi penyaringan tinggi dapat menyaring partikel kotoran yang kecil.



Gambar 3.11 Saringan bahan bakar baru dan konvensional

3.2.5. Pipa pembagi (Injeksi EFI)

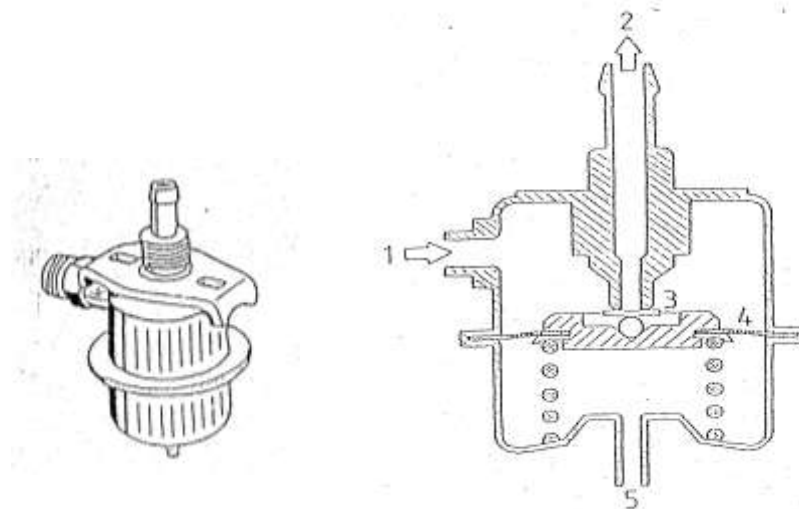
Berfungsi menyalurkan tekanan bahan bakar agar sama pada setiap *injector*.



Gambar 3.12 Pipa pembagi

3.2.6. Pengatur / regulator tekanan (injeksi EFI)

Berfungsi untuk menentukan tekanan dalam sistem aliran serta menyesuaikan tekanan injeksi dengan tekanan saluran masuk.



Gambar 3. 13 Pengatur tekanan (injeksi EFI)

Konstruksi :

1. Saluran masuk bahan bakar dari pipa pembagi
2. Saluran pengembali ke tangki
3. Plat katub
4. Membran / diafragma
5. Hubungan vakum dari saluran masuk

Cara kerja :

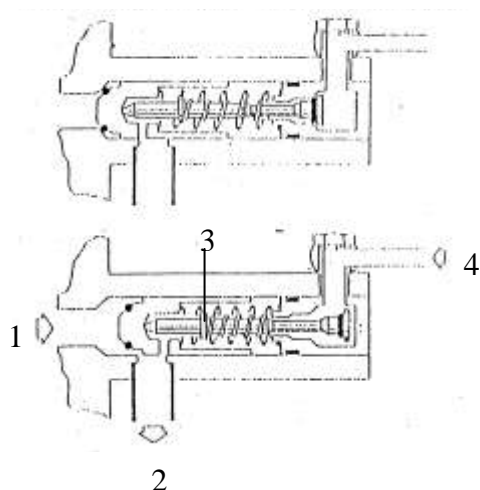
Bahan bakar yang tertekan dari pipa pembagi / pengiriman (*delivery pipe*) mendorong diafragma sehingga membuka katup. Sebagian bahan bakar mengalir kembali ke tangki melalui pipa pembalik. Bila *vaccum* pada *intake manifold* naik, maka tekanan bahan bakar akan turun sebanding dengan naiknya *vaccum* pada *intake manifold*.

3.2.7. Pembagi bahan bakar (injeksi K)

Berfungsi untuk mendistribusikan bahan bakar pada setiap *silinder* motor dengan tekanan yang sama pada setiap *injector*.

3.2.8. Pengontrol tekanan bahan bakar (injeksi K)

Berfungsi untuk mengontrol tekanan bahan bakar dalam sistem.



Keterangan:

1. Tekanan bahan bakar dari pompa bensin listrik
2. Saluran pengembali ke tangki
3. Plunyer
4. Saluran bahan bakar dari regulator panas mesin.

Gambar 3.14 Pengontrol tekanan bahan bakar
(Injeksi K)

1. Saluran pengembali tertutup

Pada waktu mesin dimatikan saluran pengembali tertutup, dengan demikian meskipun mesin panas, bensin pada pipa-pipa injector masih berbentuk cair karena bensin masih mempunyai tekanan.

2. Saluran pengembali terbuka

Pada waktu mesin hidup dan tekanan bahan bakar jauh lebih besar dari tekanan pembukaan injector, maka saluran pengembali terbuka, bersamaan dengan membukannya saluran bahan bakar dari regulator panas mesin.

3.2.9. *Injector*

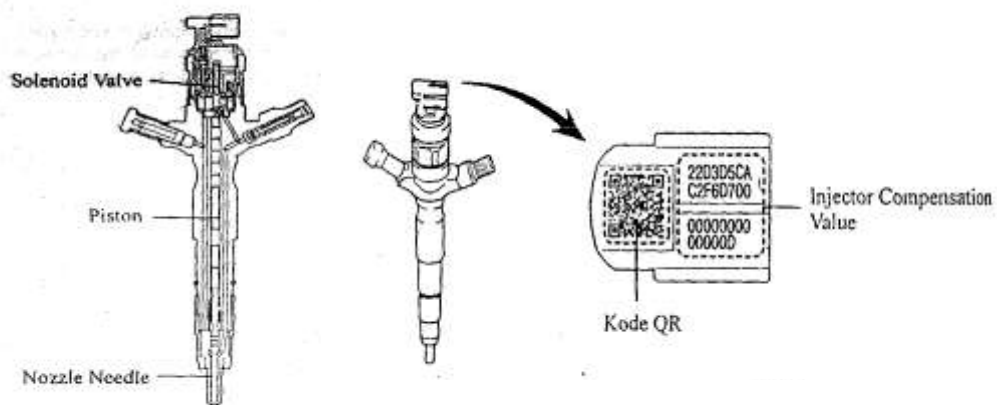
Berfungsi menginjeksikan bahan bakar pada saluran masuk.

Injeksi K : Pembukaan katup *injector* oleh tekanan bahan bakar.

Injeksi EFI : Pembukaan katup *injector* diatur secara elektromagnetis, sama seperti injector start dingin.

Secara umum:

- *Injector* terdiri dari *nozzle needle*, piston, dan *solenoid valve*.
- *Injector compensation value* dan kode QR (*Quick Response*) yang merupakan kode karakteristik *injector* dicetak disetiap *injector*.
- *Injector compensation value* dan kode QR mengandung beragam informasi mengenai *injector*, seperti kode model, koreksi volume injeksi, dan nilai koreksi *injection timing*.

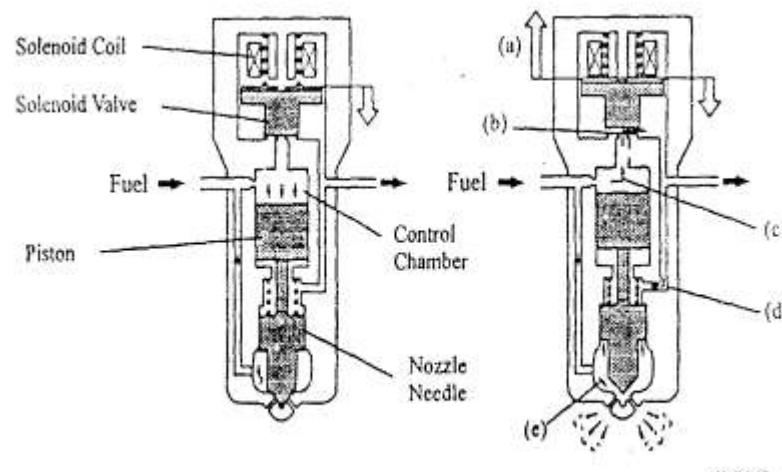


Gambar 3. 15 *Injector* secara umum

Kode QR adalah sebuah simbol *matrix* yang terdiri dari susunan *square cells nominal*, secara keseluruhan, dapat membaca data yang banyak dengan kecepatan tinggi. Kode QR merupakan data-data seperti *numeric*, *alphanumeric*, *kanji*, *kana* dan *kode binary*.

Cara kerja:

1. Saat arus listrik diberikan pada coil solenoid, solenoid valve akan naik.
2. Orifice dari control chamber akan terbuka, bahan bakar akan mengalir keluar.
3. Tekanan bahan bakar pada control chamber akan turun.
4. Bahan bakar akan mengalir dari orifice ke bagian bawah piston dan mengangkat piston (untuk menambah respon).
5. Hasilnya, piston akan mengangkat nozzle needle untuk menginjeksikan bahan bakar.



Gambar 3.16 Skema cara kerja *injector*

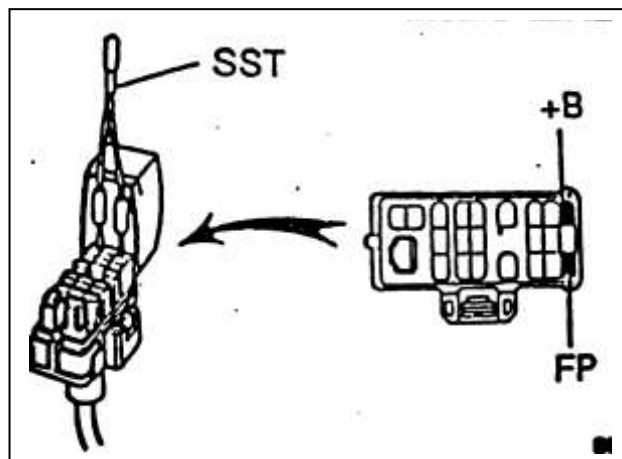
BAB IV

HASIL PEMERIKSAAN SISTEM INJEKSI BAHAN BAKAR

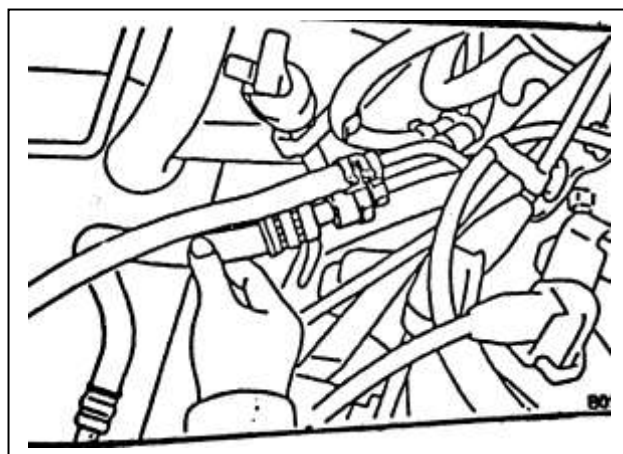
4.1. Pemeriksaan Fuel Pump

Cara pemeriksaan

1. Menghubungkan terminal +B dan FP pada *check connector*, dengan menggunakan SST.



2. Memutar *ignition switch* pada posisi ON (jangan men-start mesin).
3. Memeriksa apakah terdapat tekanan pada selang dari fuel filter.
Dengan cara manual, pijit selang dari fuel filter.



4. Mengembalikan *ignition switch* pada posisi OFF.
5. Melepas terminal.

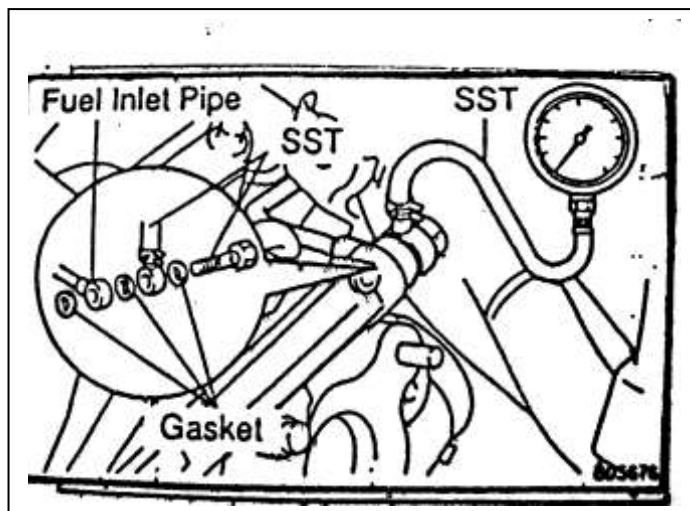
Hasil pemeriksaan : *fuel pump* bekerja dengan baik

(ada tekanan pada selang dari *fuel filter* akibat bekerjanya *fuel pump*, yaitu ditandai dengan terdengar suara aliran bahan bakar pada selang. Selain itu pada waktu dipijit, selang terasa keras.)

4.2. Pemeriksaan tekanan bahan bakar

Cara pemeriksaan

1. Melepas terminal kabel negatif (-) dari baterai.
2. Melepas pipa saluran masuk bahan bakar dari *delivery pipe*. (keringkan bensin yang tercecer).
3. Memasang *pressure gauge* pada *delivery pipe*.



4. Memasang kembali terminal kabel negatif (-) pada baterai.
5. Menghidupkan mesin.
6. Mengukur tekanan bahan bakar pada putaran idle.

Spesifikasi : 265 – 304 kPa

7. Mematikan mesin
8. Memeriksa bahwa tekanan bahan bakar akan tetap pada harga spesifikasi setelah mesin dimatikan selama 5 menit.

9. Setelah melakukan pemeriksaan, melepas kembali kabel negatif dari baterai dan melepaskan SST (*pressure gauge*) dengan hati-hati agar bahan bakar tidak tumpah.
10. Memasang kembali terminal kabel negatif pada baterai.
11. Memeriksa kebocoran bahan bakar.

Hasil pemeriksaan : **tekanan bahan bakar sesuai spesifikasi.**

(tekanan bahan bakar menunjukkan angka 300 kPa. Tidak ada indikasi kebocoran pada bahan bakar.)

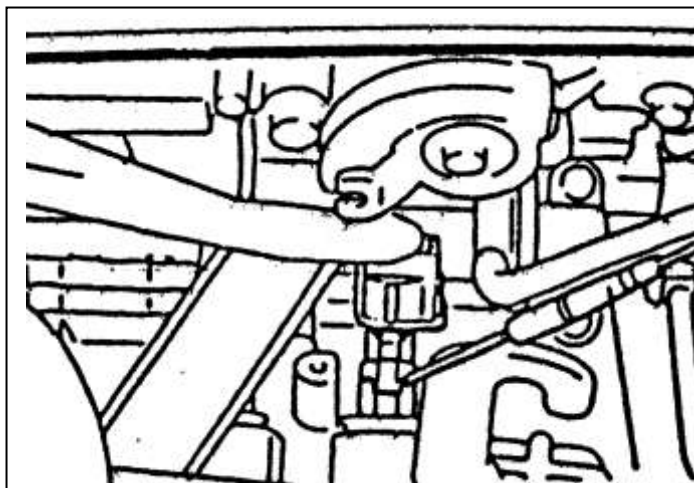
4.3. Pemeriksaan injector

Periksa bekerjanya injector

Cara pemeriksaan

1. Menghidupkan mesin.
2. Melakukan pemeriksaan adanya suara kerja normal sesuai dengan putaran mesin.

Bila tidak tersedia soundscope, pemeriksaan dapat dilakukan dengan cara manual yaitu dengan jari tangan.



3. Menempelkan jari tangan pada injektor.

Bila tidak ada suara atau terdengar suara yang tidak biasa , maka periksa sambungan kabel, injektor atau sinyal injeksi dari ECU.

Hasil pemeriksaan : **Injector berfungsi normal.**

(pada waktu jari ditempelkan pada injector terasa seperti ada getaran kecil dan terdengar suara seperti cipratan air.)

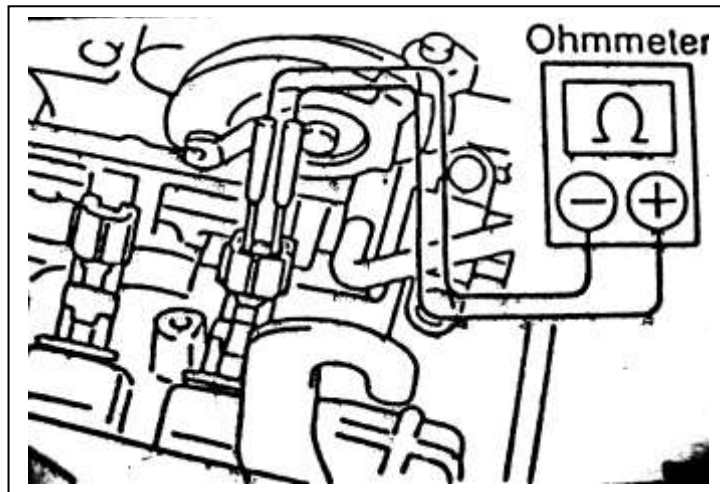
Periksa tahanan injektor

Cara pemeriksaan :

1. Melepas konektor injektor
2. Mengukur tahanan antara tiap terminal injektor, dengan menggunakan ohmmeter.

Spesifikasi : 13 – 14,2 ohm

Bila harga tahanan tidak sesuai spesifikasi, maka mengganti injektor.



3. Memasang kembali konektor injektor

Hasil pemeriksaan : **Tahanan injektor sesuai spesifikasi (13 ohm)**

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dalam penulisan laporan ini dapat di ambil kesimpulan :

1. Telah dibuat alat praktek sistem injeksi bahan bakar mobil dengan mesin kijang 7KE EFI.
2. Sistem pengaliran bahan bakar pada mesin Toyota kijang 7KE EFI :
 1. Tangki bensin
 2. Pompa bensin listrik
 3. Filter
 4. Pipa pembagi
 5. Pengatur tekanan
 6. Injector

Pada mesin kita ini, pompa bensin dan filter menjadi satu pada tangki bensin.
3. Hasil Pemeriksaan
 1. Tidak ada kebocoran bahan bakar.
 2. Fuel pump bekerja dengan baik, terdapat aliran bahan bakar.
 3. Tekanan bahan bakar sesuai spesifikasi : 300 kPa.
 4. Injektor masih berfungsi dengan baik, terdengar suara seperti percikan air.
 5. Tahanan injektor sesuai spesifikasi (13 ohm).

5.2 Saran – saran

Dalam penulisan laporan ini penulis tekankan :

1. Hati –hati dalam pemeriksaan sistem injeksi bahan bakar agar tidak terjadi hal yang dapat menimbulkan kerusakan.

2. Dalam pemeriksaan sistem injeksi bahan bakar agar melakukan langkah pemeriksaan yang benar sesuai dengan buku petunjuk reparasi mesin Toyota kijang 7KE EFI.
3. Dalam pembacaan *pressure gauge* dan *multitester* lakukan dengan seksama agar tidak terjadi kesalahan dalam melakukan perbaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. *Modul praktikum motor bakar 2*. Labortorium motor bakar Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta: Surakarta.
- Toyota. 2000. *Suplement pedoman reparasi mesin 7KE*. PT Toyota –Astra Motor: Jakarta.
- Toyota Service Training. 2003. *New step 1 training manual*. PT Toyota – Astra Motor: Jakarta.